



Hiérarchisation sociale de l'espace et échantillonnage. Méthode de sélection des zones de l'enquête ménages-déplacements du projet ANR Modural à Bogotá et Lima

Florent Demoraes, Pascal Seville

► To cite this version:

Florent Demoraes, Pascal Seville. Hiérarchisation sociale de l'espace et échantillonnage. Méthode de sélection des zones de l'enquête ménages-déplacements du projet ANR Modural à Bogotá et Lima. Mobilités, travail et division sociale de l'espace, Axe 1 - UMR ESO; Chantier 6 "Mobilités", Mar 2025, Le Mans, France. <10.34847/nkl.b3f7dcm0>. <hal-04976773>

HAL Id: hal-04976773

<https://hal.science/hal-04976773v1>

Submitted on 5 Mar 2025

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons CC BY 4.0 - Attribution - International License

Journée UMR ESO
Axe 1 « Mobilités, travail et division sociale de l'espace »
Chantier 6 « Mobilités »
3 mars 2025 – Le Mans

Hiérarchisation sociale de l'espace et échantillonnage

Méthode de sélection des zones de l'enquête
ménages-déplacements du projet ANR Modural
à Bogotá et Lima

Florent Demoraes^{1,2} - Pascal Seville^{1,3}

¹ UMR ESO 6590, Université Rennes 2

² Institut Français d'Etudes Andines

³ Institut National d'Etudes Démographiques

ANR Modural : les pratiques de la mobilité durable dans les métropoles d'Amérique latine : étude comparée de Bogotá et Lima

- 12 enseignants-chercheurs (géographie, urbanisme, sociologie, démographie, géomatique, économie) + 3 doctorants + 8 assistants de recherche (étudiants en dernière année de licence)
- Durée : 2020-2024, financement ANR
- Coord. : Vincent Gouëset et Florent Demoraes (Univ. Rennes 2)
- Partenariats universitaires
 - Bogota : Univ. Piloto, Santo Tomás, Jorge Tadeo Lozano
 - Lima : PUCP, IFEA



→ <https://modural.hypotheses.org/le-projet-modural/le-projet>



Objectifs généraux

- Déconstruire suivant une approche ancrée en sciences sociales le paradigme de la **mobilité durable** (Banister, 2008) dans un contexte socio-spatial spécifique : les **périphéries populaires** de deux métropoles latino-américaines
- Focale adoptée : déplacements quotidiens pour le **travail** et les **études** non pas comme des flux, ou du point de vue des politiques de transport public, mais sous l'angle des **pratiques individuelles de mobilité** afin d'en comprendre leur diversité et complexité (au sortir du Covid)



Objectifs généraux

- Proposer un cadre analytique intégrant différentes dimensions du paradigme de la mobilité durable au-delà des considérations purement environnementales
- Plusieurs entrées :
 - Expériences vécues des déplacements, pénibilité des trajets, insécurité dans les transports et l'espace public, arrangements intrafamiliaux, représentations sociales des modes de déplacement, inégalités de genre dans les mobilités, évolutions dans le temps (distances, durées, reports modaux, espaces d'actions, etc.)



Les trois composants du dispositif mixte de recueil d'information (2002)

Outils de collecte des informations



1. Enquêtes ménage par questionnaire
Application SurveyToGo pour smartphones
(prestataires de services)

1600 ménages
(800 / ville)



2. Entretiens approfondis

160 personnes
(80 / ville)



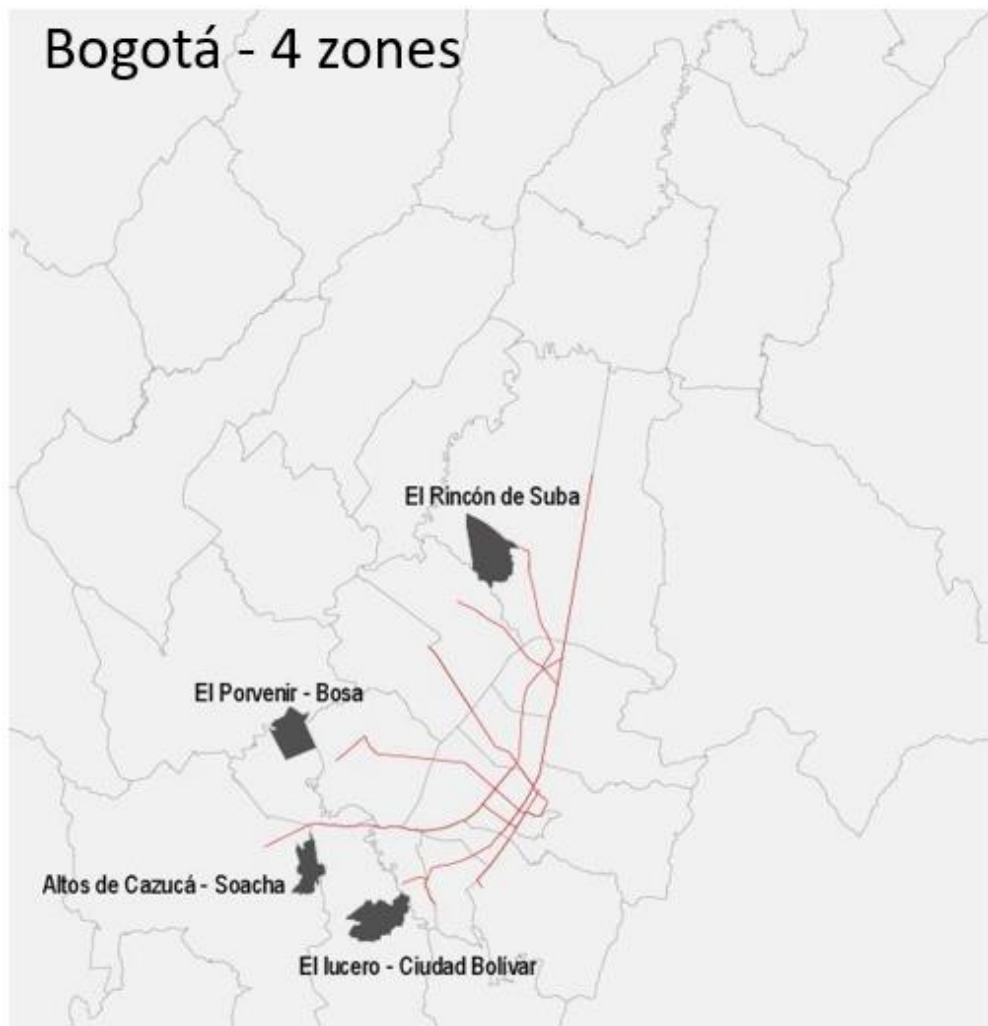
3. Parcours commentés

40 personnes
(20 / ville)

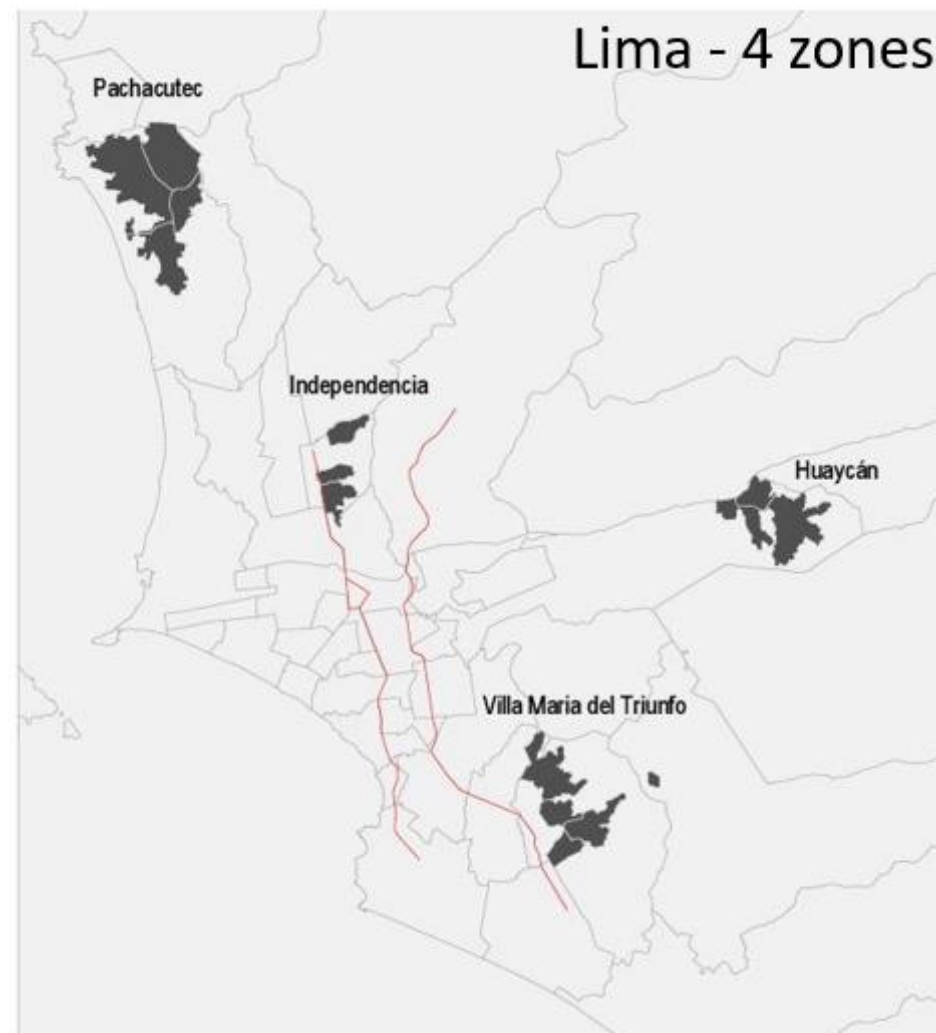
→ **Défi de comparabilité:** mêmes outils de collecte pour les deux villes

1. Questionnaire - 2. Guide d'entretien - 3. Protocole des parcours commentés

Zones d'enquête : 8 zones en périphérie populaire



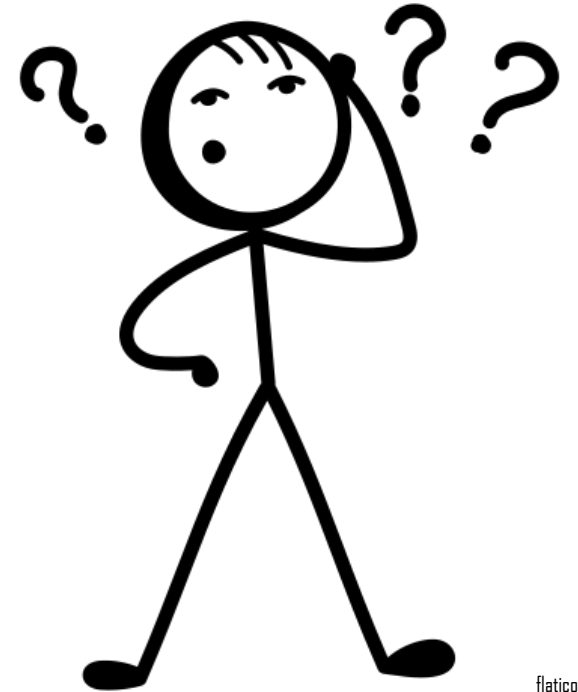
https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/zonas_encuestas_modural_bogota_483157#12/4.6531/-74.0588



https://umap.openstreetmap.fr/es/map/zonas-de-encuesta-programa-anr-modural-lima_521724#11/-12.0393/-76.9263

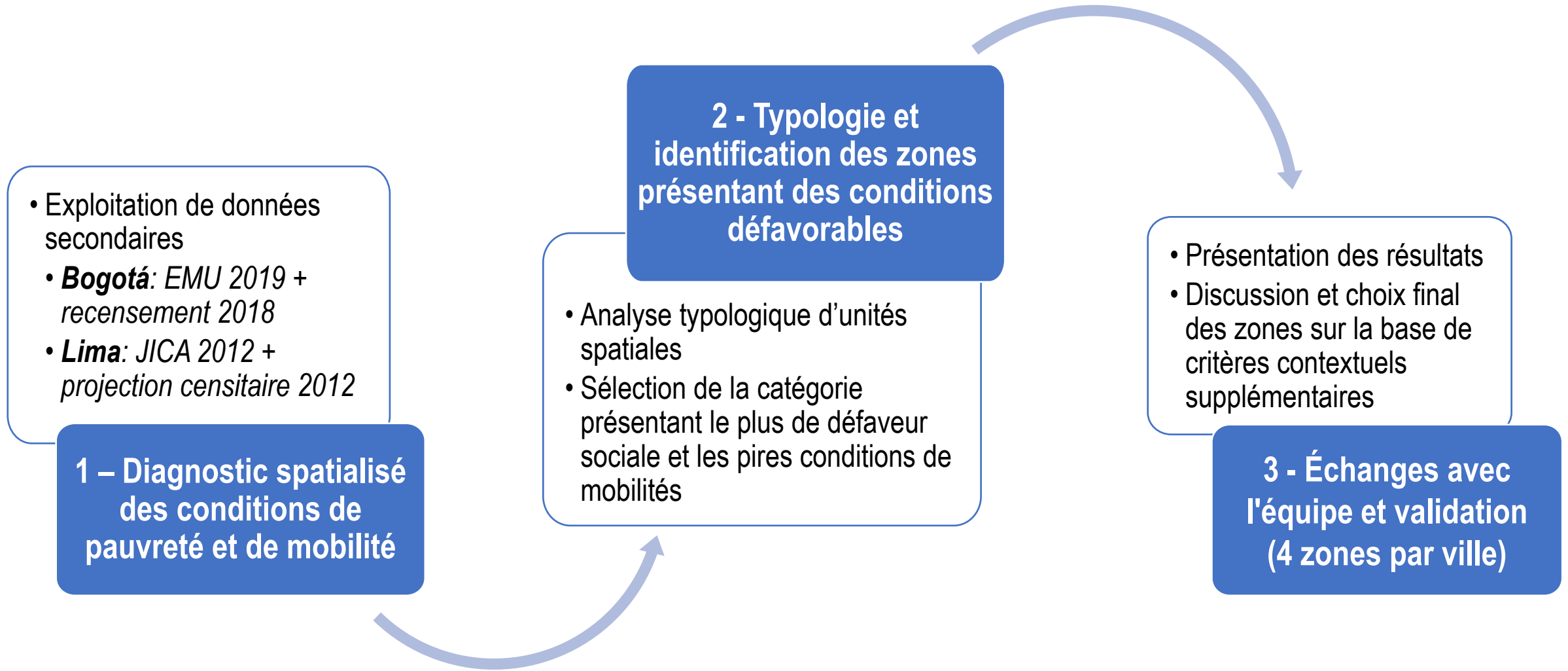
Le choix des zones d'enquête

- Quels critères pour sélectionner des zones pour y déployer une enquête ménages-déplacements dans des contextes métropolitains marqués par de très fortes divisions sociales de l'espace ?
- Quelles sources de données ?
- Quelles méthodes et quels outils ?

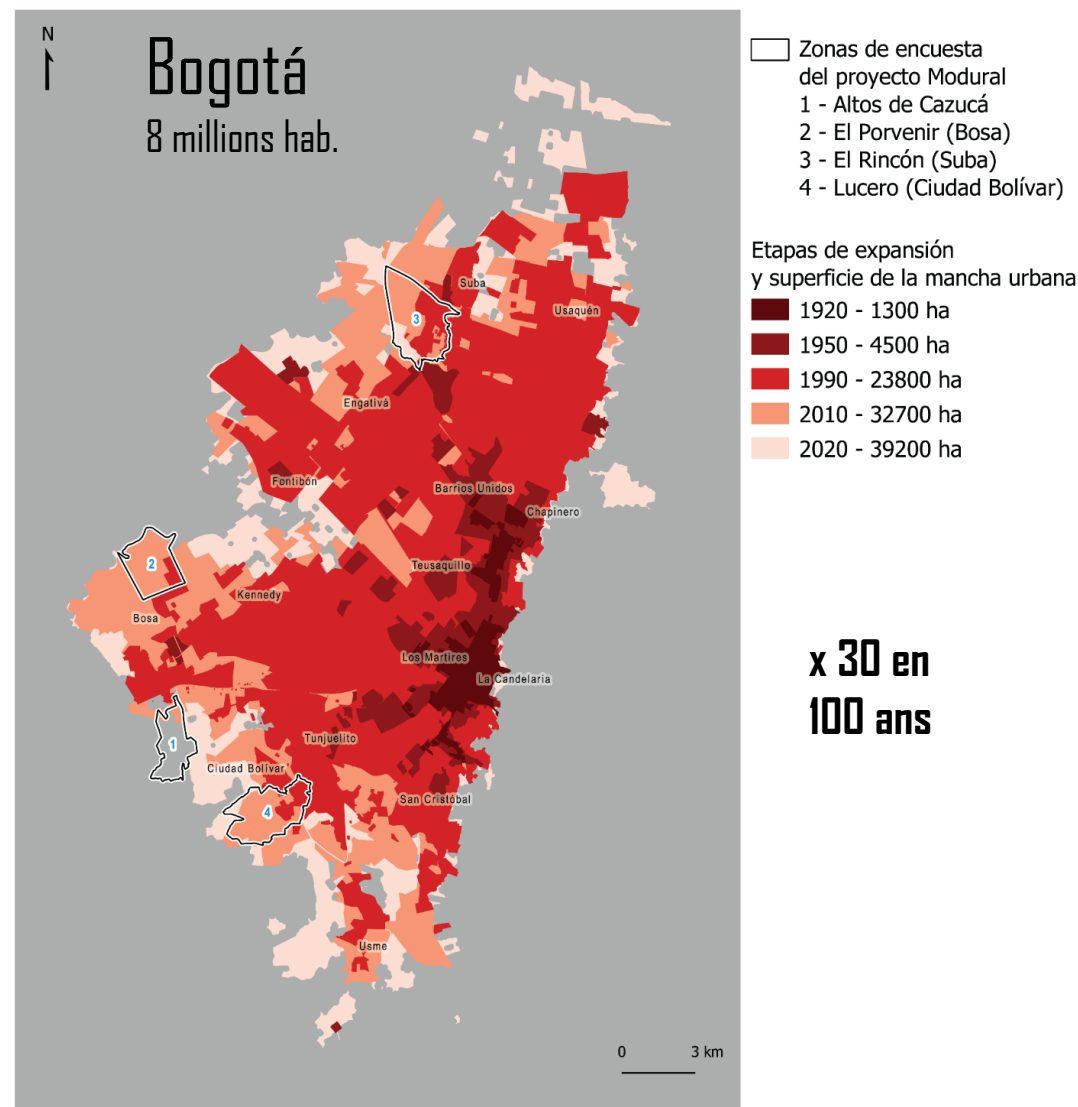


flaticon

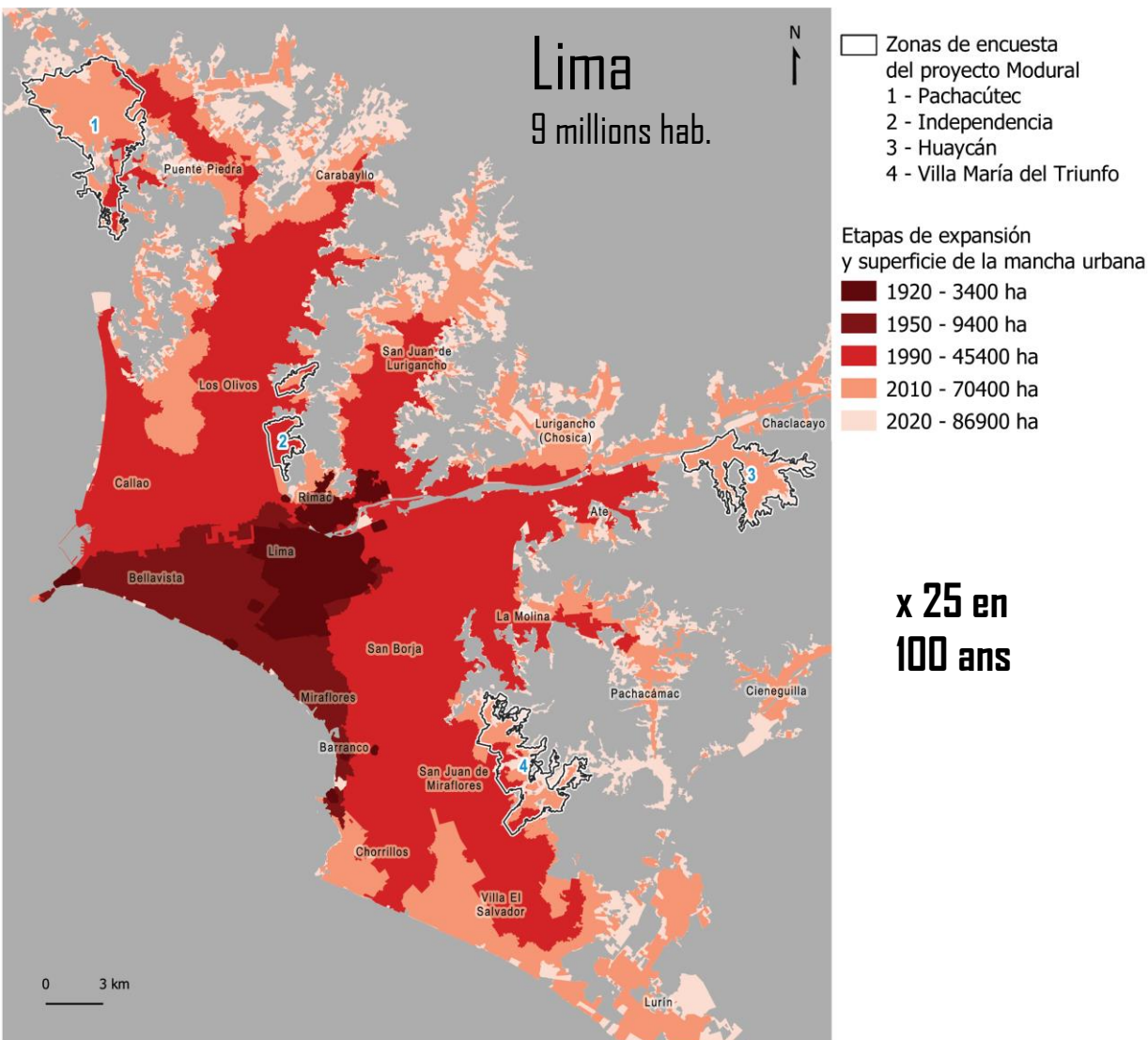
Le choix des zones d'enquête : 3 étapes



Une croissance urbaine très rapide



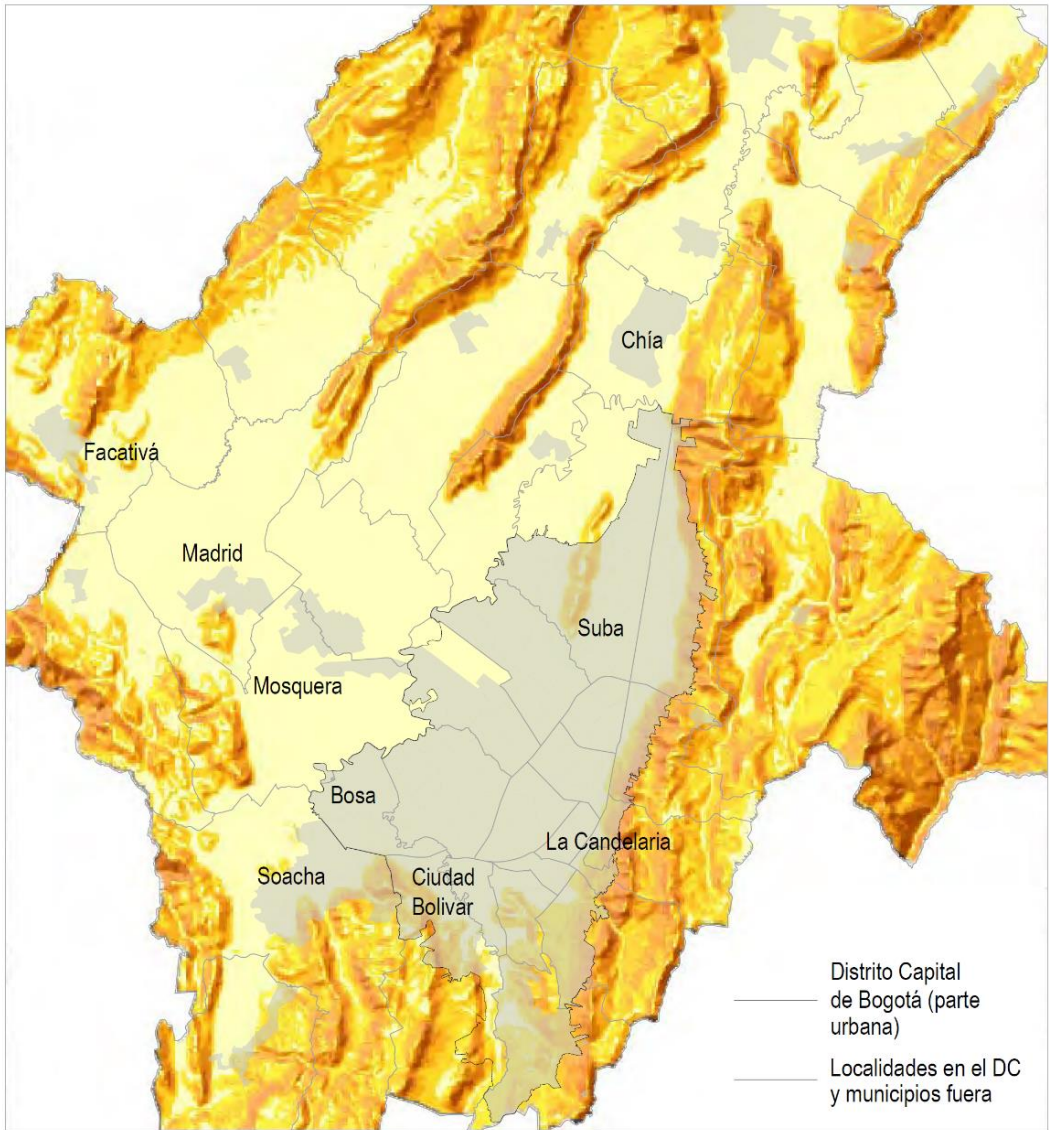
Fuentes: adaptado de Garavito and De Urbino (2019) y completado con la malla cartográfica de las manzanas pobladas del DANE de 2020. Elaboración: F. Demoraes



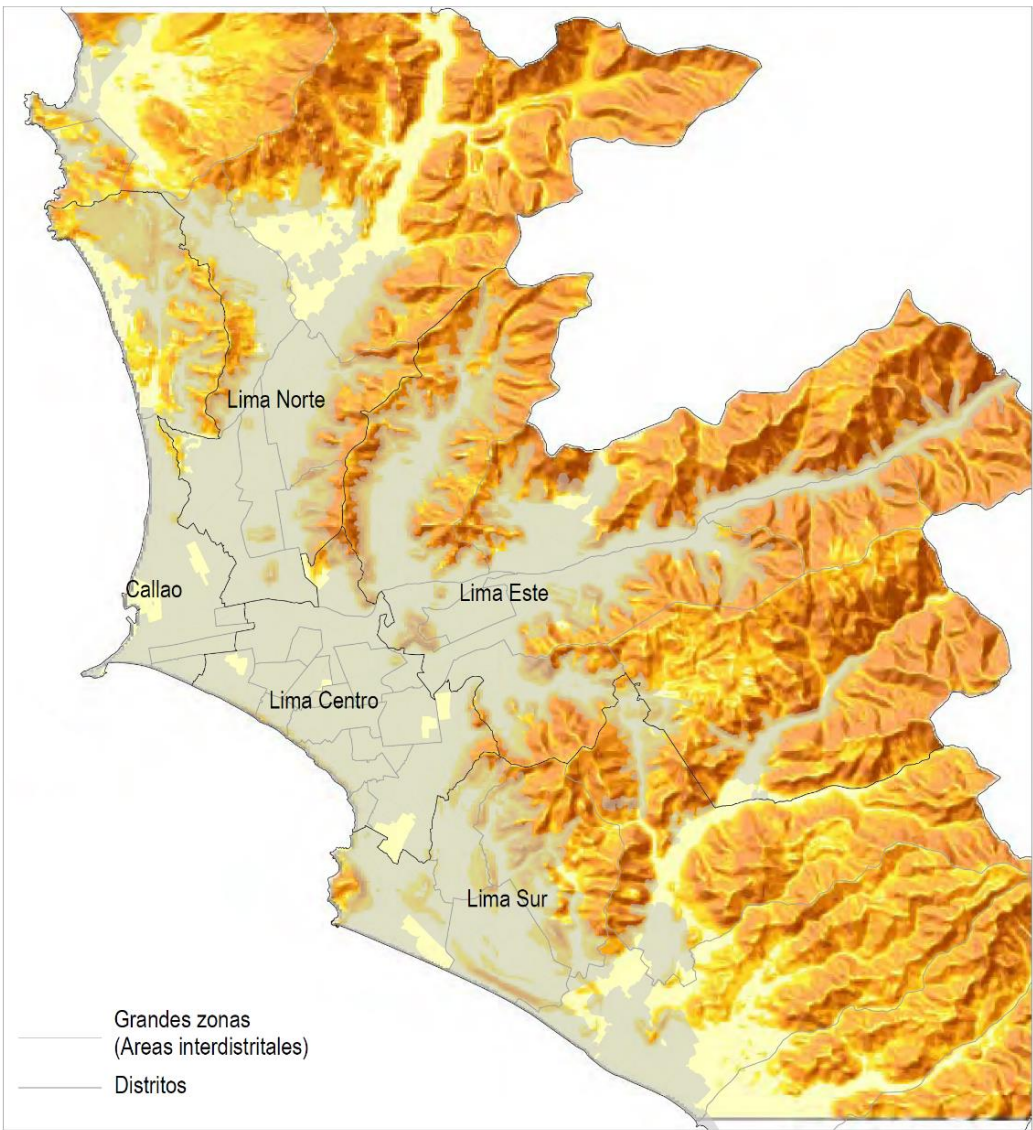
Fuentes: adaptado de Metzger et al. (2015) y completado con la malla cartográfica de las manzanas pobladas del INEI de 2020. Elaboración: F. Demoraes

Des villes plates et du relief en périphérie

Área Metropolitana de Bogotá



Área Metropolitana de Lima

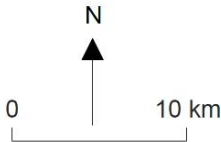


Pendiente promedio
(en grado)

- < 4
- [4;8[
- [8;12[
- [12;20[
- > 20

Discretización manual

Mancha urbana

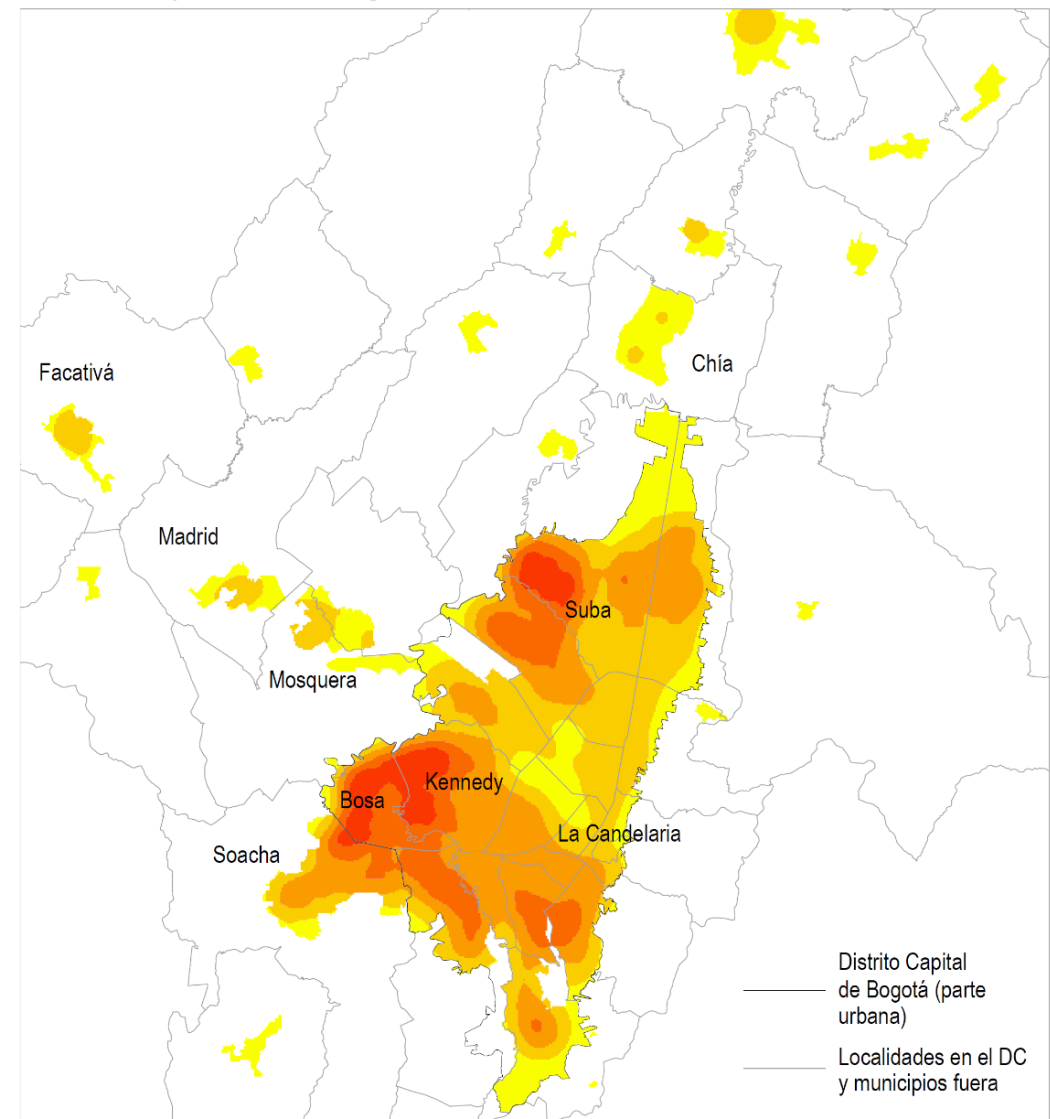


Escala común

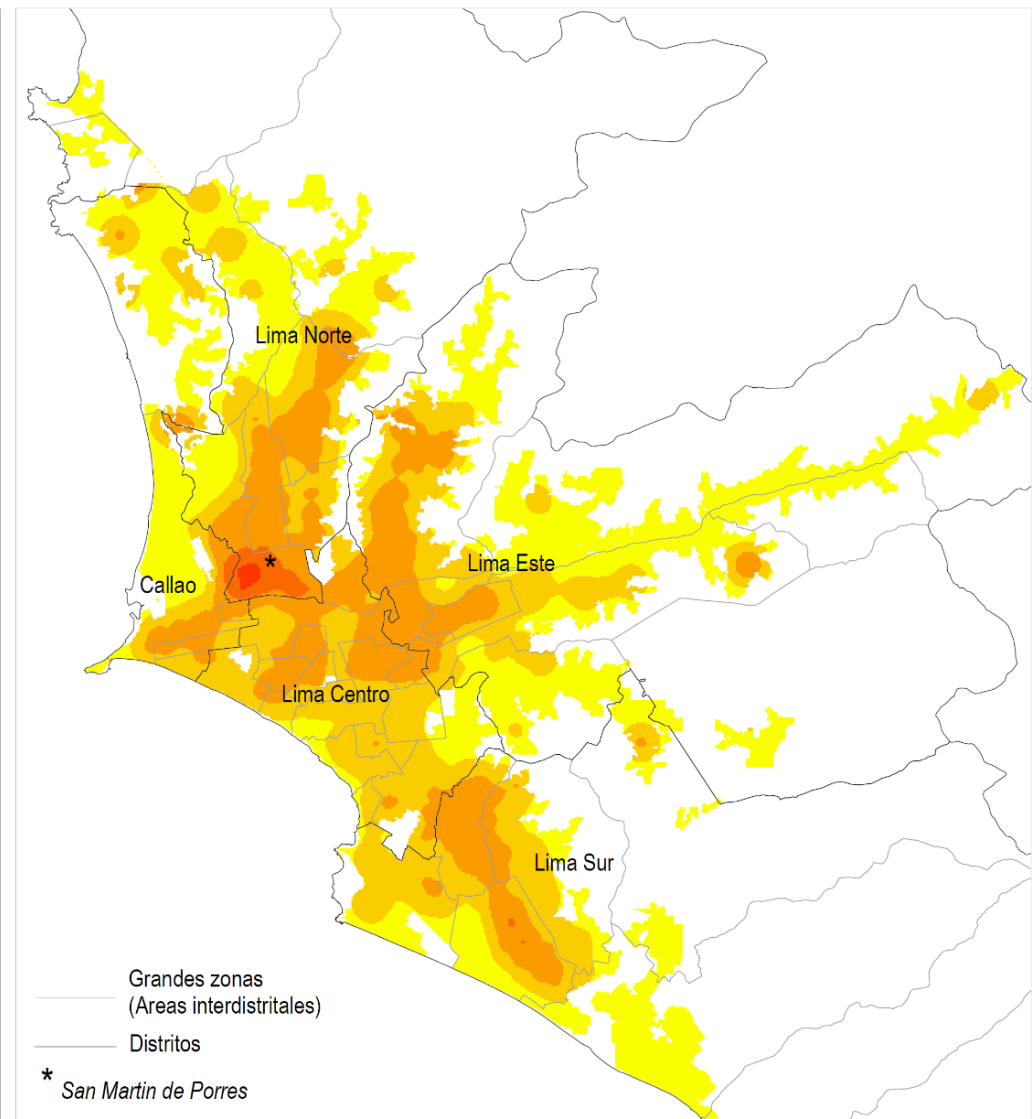
Fuentes: Modelo Digital de Elevación del SRTM (90 m de resolución espacial), DANE e INEI - Elaboración: F. Demoraes

Des périphéries très denses à Bogotá, l'inverse à Lima

Área Metropolitana de Bogotá



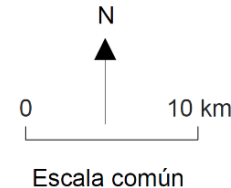
Área Metropolitana de Lima



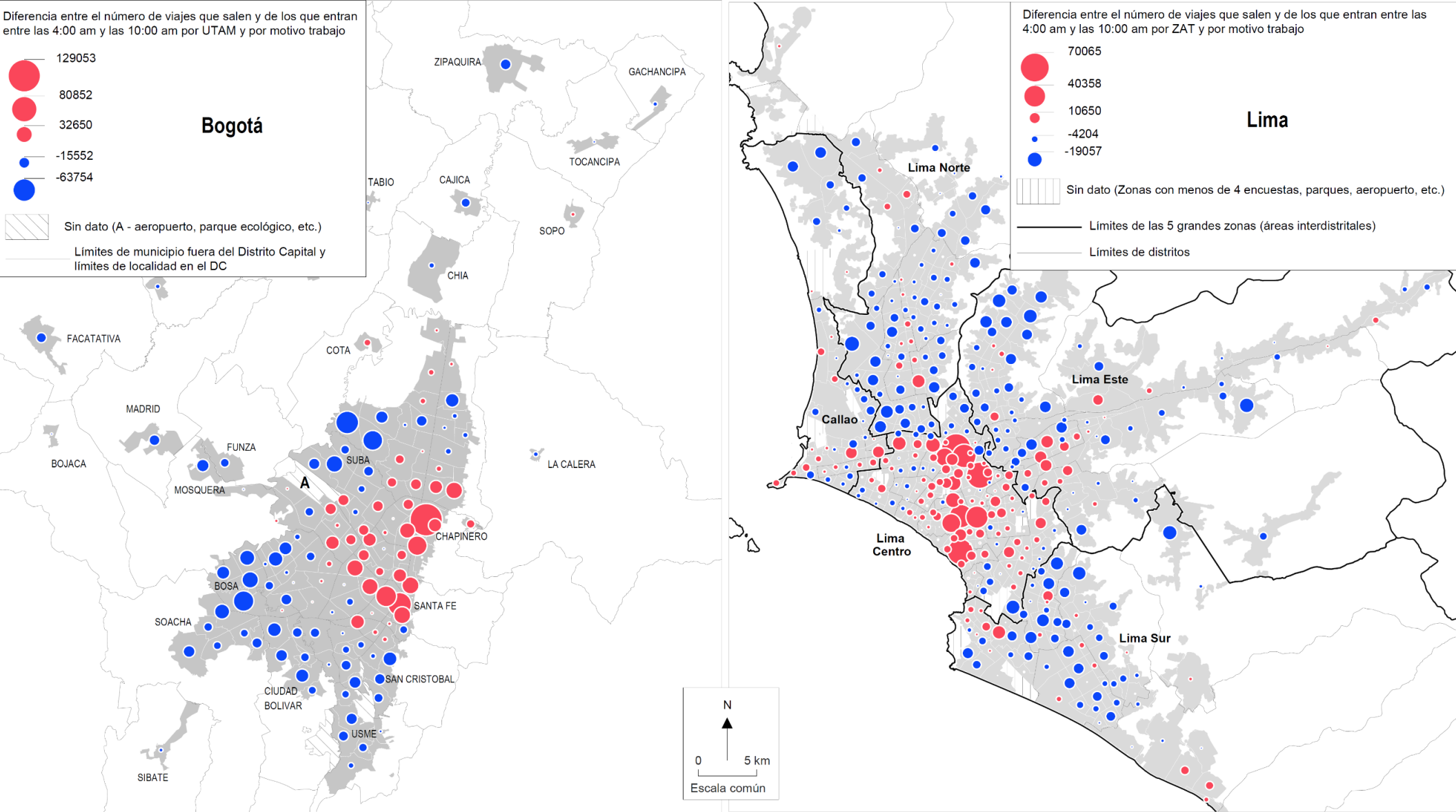
Número de habitantes
(en un radio de 2 km)

- menos de 33430
- [33430 ; 66860[
- [66860 ; 100300[
- [100300 ; 133710[
- [133710 ; 167140]

Discretización por intervalos
de igual amplitud



Une forte polarisation autour des espaces centraux



Fuentes: Encuesta de Movilidad Urbana de 2019 (EMU 2019) para Bogotá y Encuesta Origen-Destino de 2012 (JICA 2012) para Lima. Elaboración: F. Demoraes

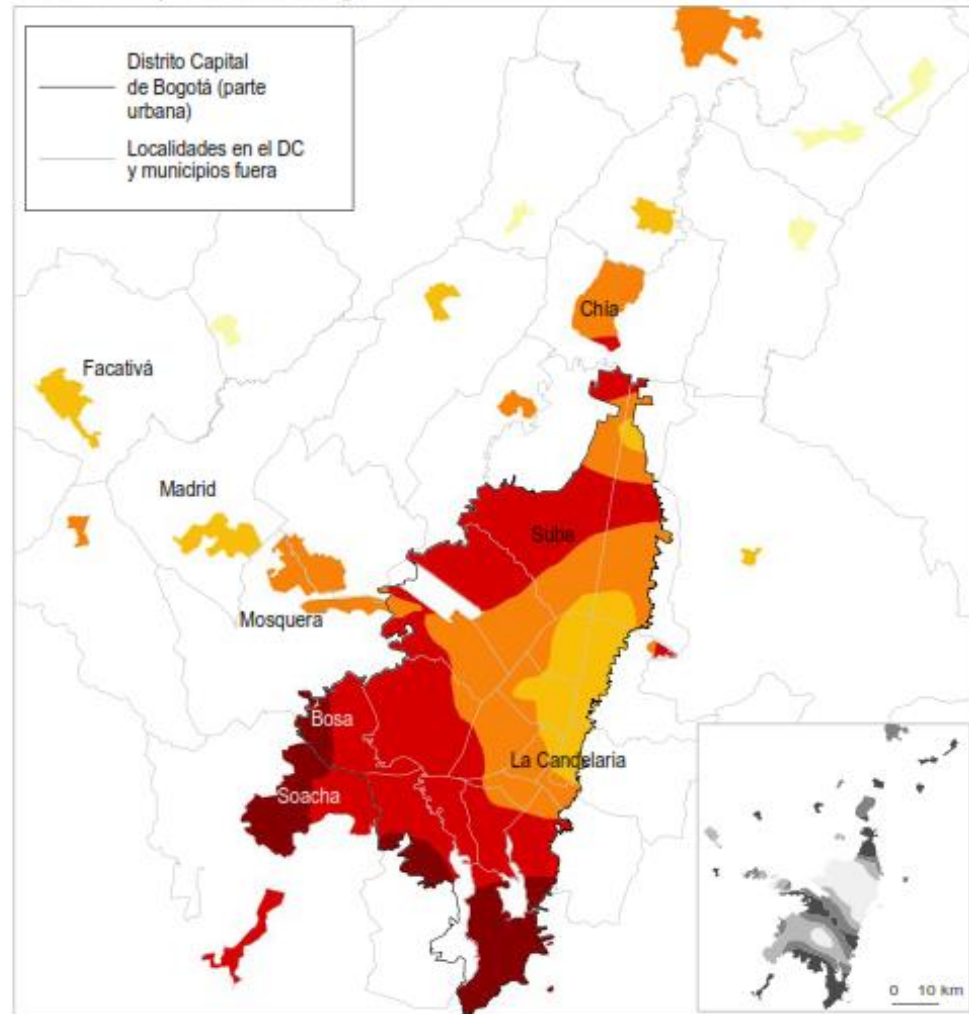
Les pulsations circadiennes de Bogotá

Population par UTAM à Bogotá - 3 H 00

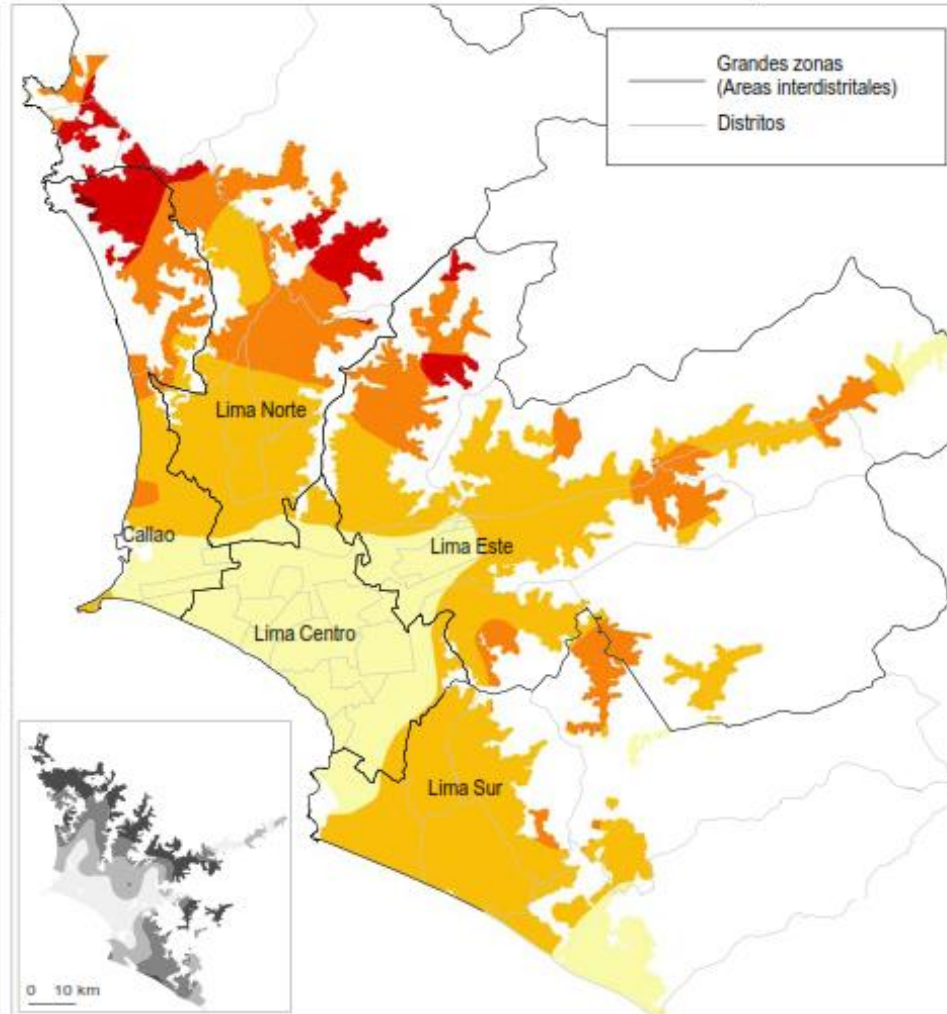


Les temps de trajet (travail) : un fort gradient centre-périphérie

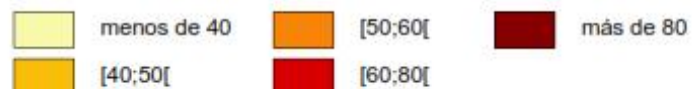
Área Metropolitana de Bogotá



Área Metropolitana de Lima



Duración de los viajes en minutos (todos modos incluidos)



Concentración de los hogares con mayor pobreza (Cuartiles)



0 10 km
Escala común



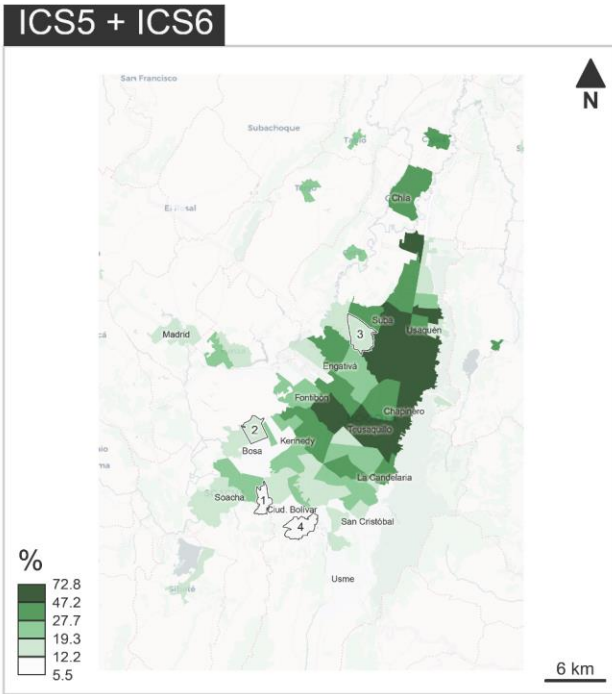
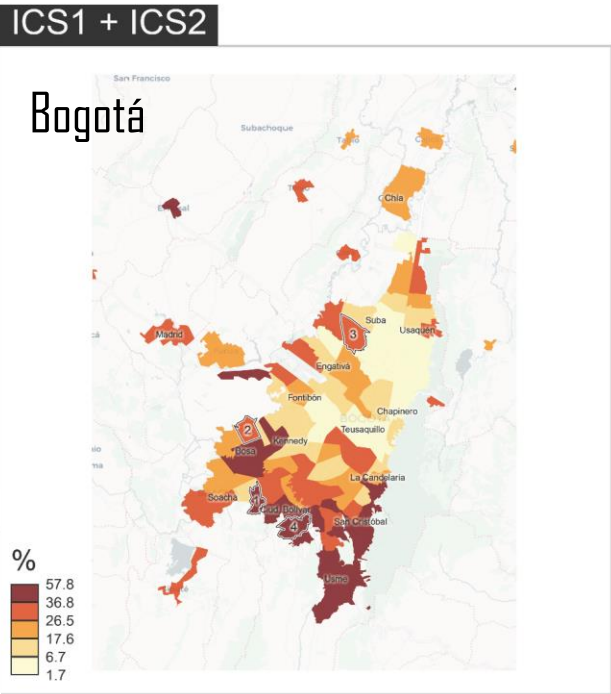
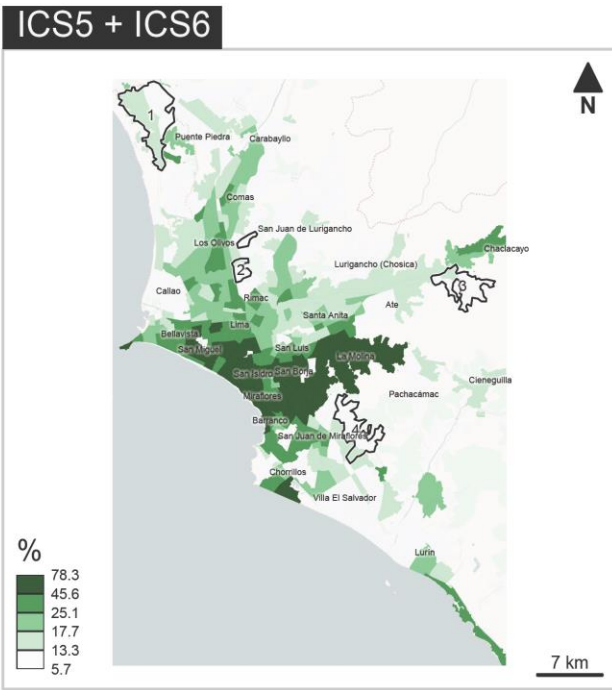
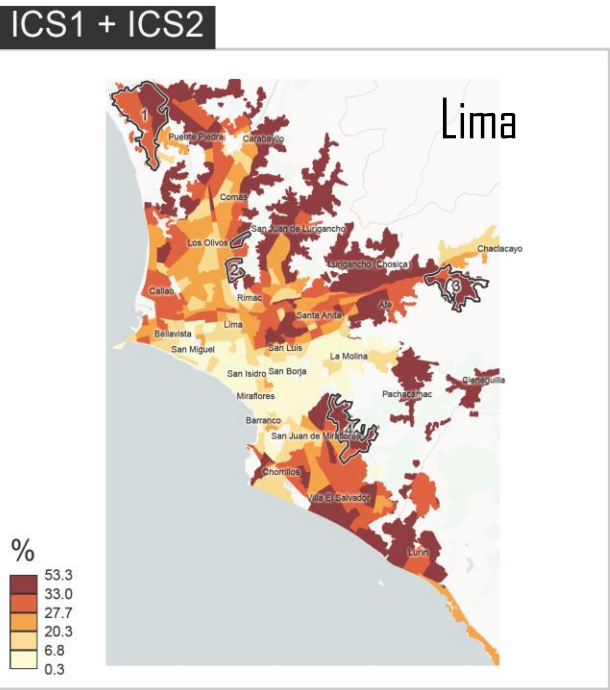
Fuentes: Censo 2018 DANE y EMU 2019 para Bogotá; INEI-IRD 2016 y JICA 2012 para Lima. Elaboración: F. Demoraes

Des divisions sociales de l'espace très marquées

Indice de Condition Sociale (ICS) des ménages

→ Estimation de la position des ménages dans la hiérarchie sociale
Dureau et al., 2007; Le Roux, 2015 ; Salas Vanegas, 2008

climat éducatif des membres de 15 ans et + / indice de promiscuité dans le logement

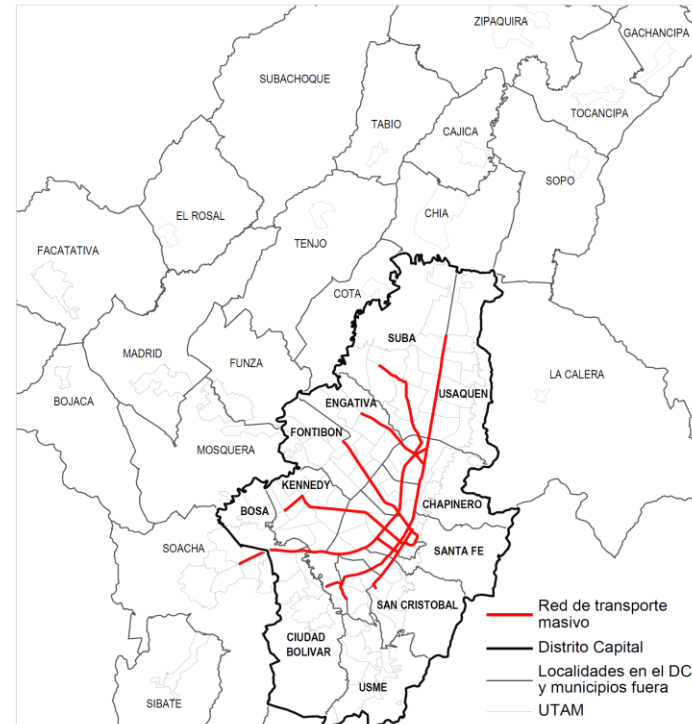


Echantillonnage : la sélection des zones d'enquête

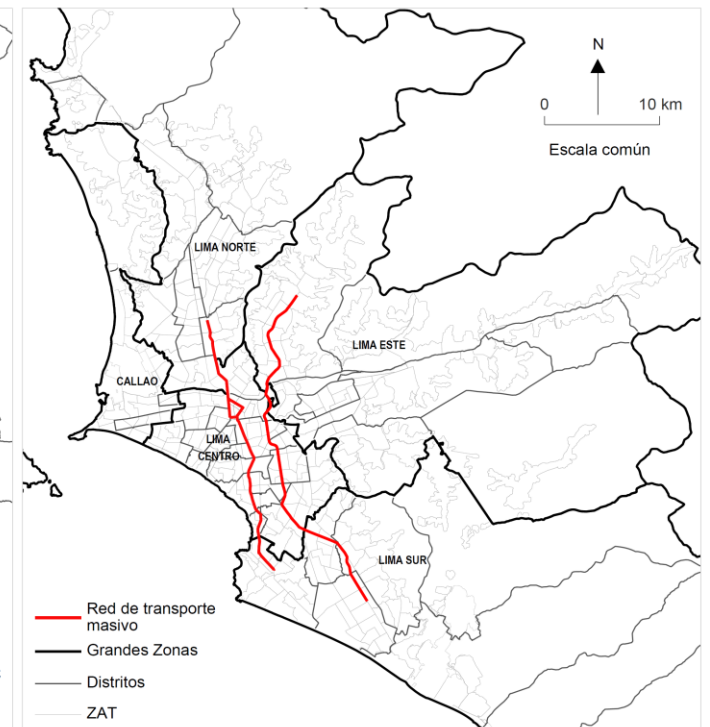
- Budget pour 1600 enquêtes ménage (800 par ville)
- Choix des mêmes découpages que lors d'enquêtes ménage-déplacement antérieures
 - Comparabilité (évolution)
 - Idée des tailles d'échantillons (nombre de ménages enquêtés)
- Validation de 4 zones / ville



Área Metropolitana de Bogotá



Área Metropolitana de Lima



Realización: ANR Modural - UMR ESO 6590 CNRS - Université Rennes 2 - Instituto Francés de Estudios Andinos - Noviembre 2020

Echantillonnage : la sélection des zones d'enquête

- Etat de l'art sur les quartiers périphériques socio-économiquement défavorisés des métropoles d'Amérique latine : beaucoup de recherches sur les conditions d'accès au logement, ses modalités de production, les violences, la marginalisation, etc.
- Assez peu de travaux sur les conditions de mobilité dans ces quartiers, durement touchés par le covid-19 (Vega et al., 2022)
- Comment identifier ces quartiers ?



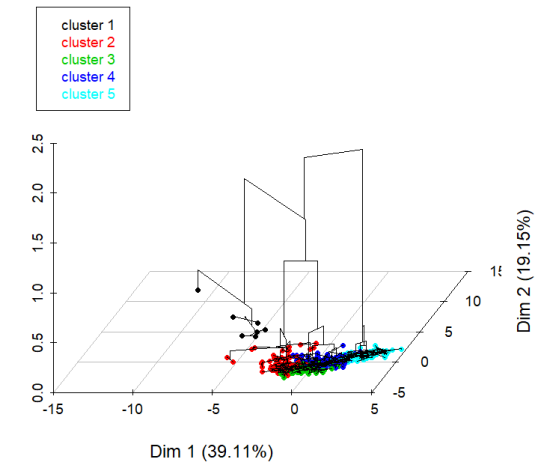
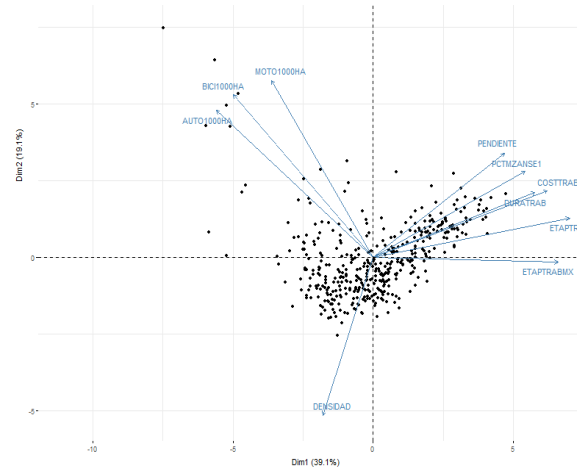
Typologie

- Aboutir à une **hiérarchisation multidimensionnelles de l'espace** et identifier les zones qui cumulent le plus de précarité et les pires conditions de mobilité

Analyse en Composantes Principales (ACP) pour réduire l'information

+

Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) pour créer les profils



FACTOMINER[®]

Caractérisation des conditions socioéconomiques

- Bogotá : ICS (par ménage) agrégé par zone

Classe	Position dans la hiérarchie sociale	Pourcentages cumulés de ménages
ICS 1	Statut très défavorisé	0% - 10%
ICS 2		10% - 25%
ICS 3		25% - 50%
ICS 4		50% - 75%
ICS 5		75% - 90%
ICS 6	Statut très favorisé	90% - 100%

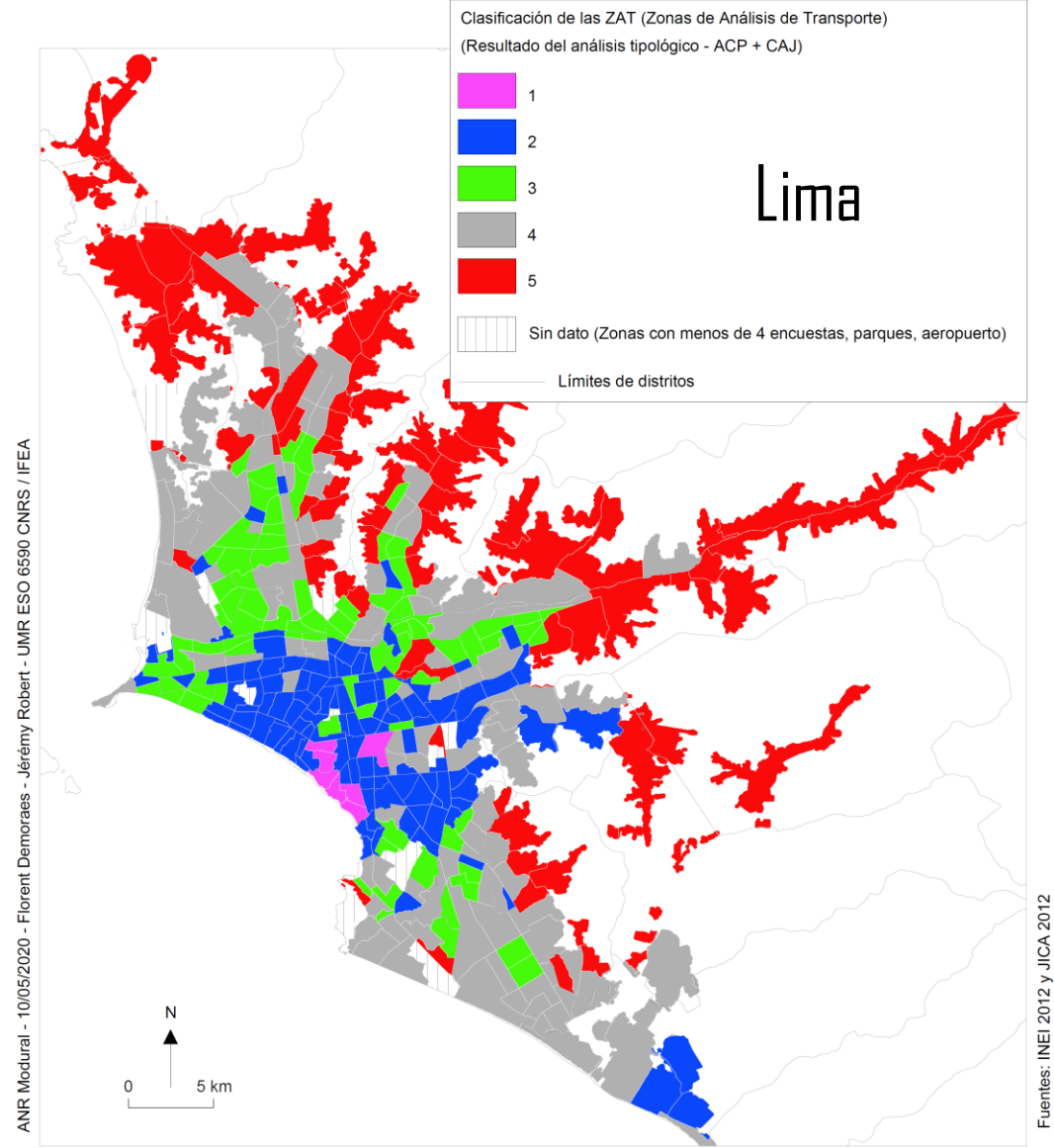
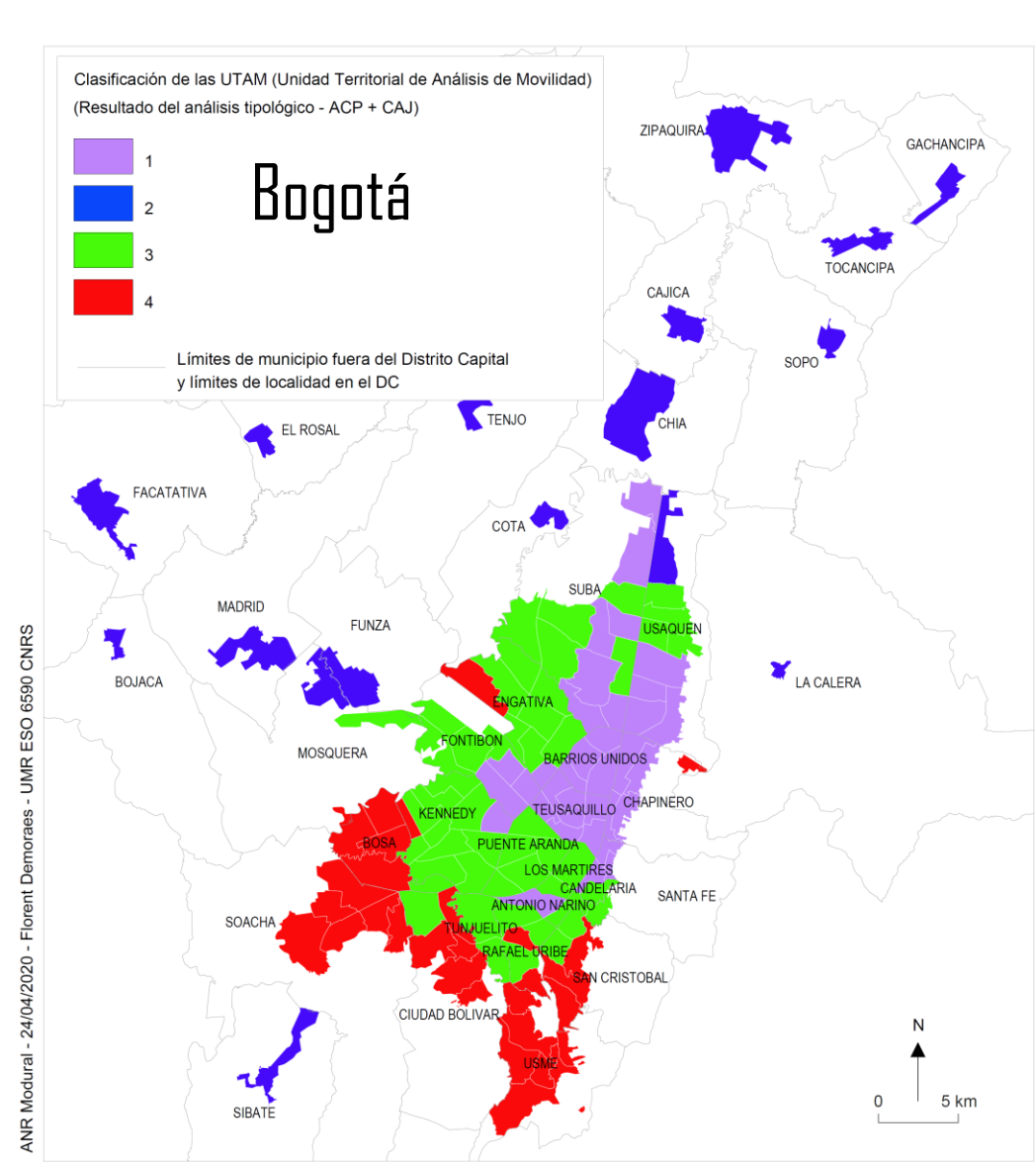
- Lima : strates NSE (par îlot urbain) de l'INEI, agrégé par zone

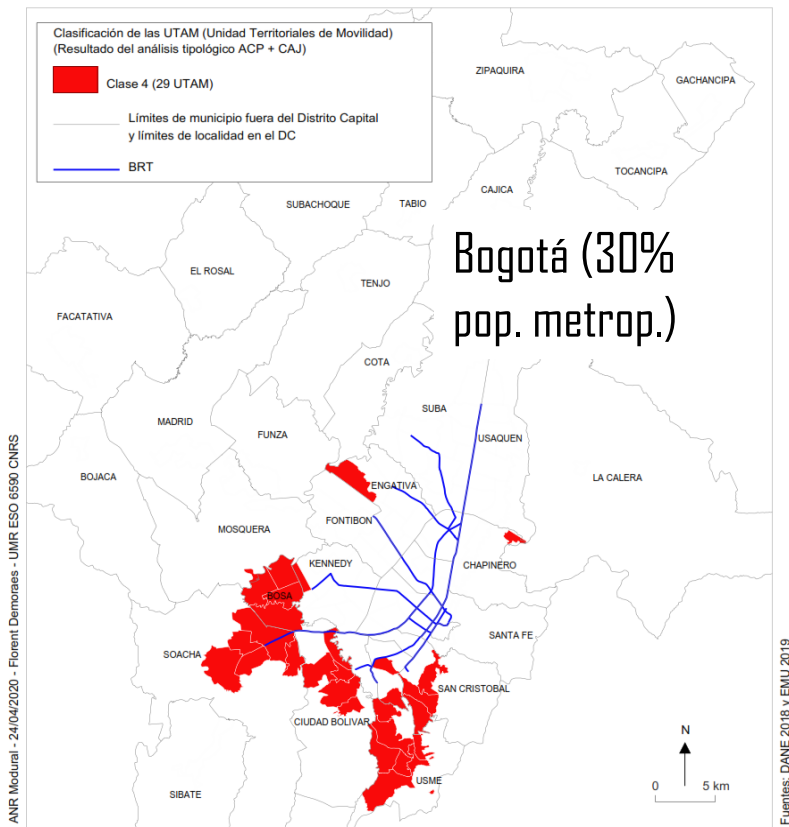
Strate	Fourchette du revenu par habitant (soles en 2012)	Fourchette de revenus (équivalent salaire minimum)
1	Moins de 576	Moins de 0,8 S.M.
2	576 - 899	0,8 - 1,2 S.M.
3	899 - 1 330	1,2 - 1,8 S.M.
4	1 330 - 2 192	1,8 - 2,9 S.M.
5	2 192 ou plus	2,9 S.M. ou plus

Caractérisation des conditions de mobilité

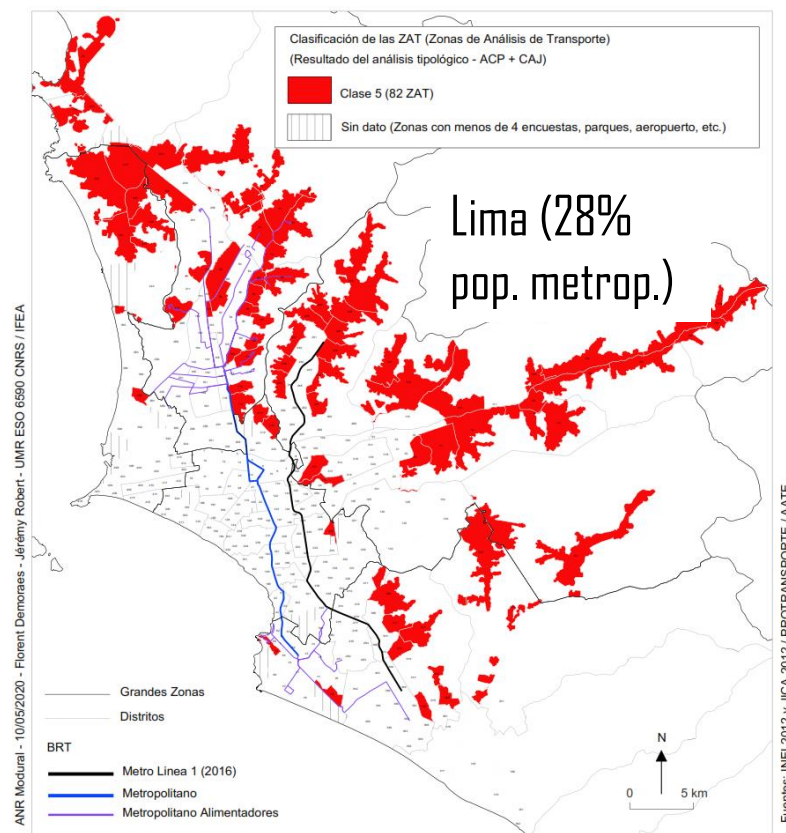
Dimensions	N°	Groupes d'indicateurs	Bogota	Lima	Pour mesurer quoi ?
1 - Accès à un mode de transport	1	Nombre de modes de transport disponibles pour le 1er trajet depuis le domicile	x		Niveau de service / offre de transport
	2	Temps de marche jusqu'au premier mode de transport	x		Niveau de service / offre de transport
	3	Temps d'attente pour le passage/démarrage d'un véhicule	x	x	Niveau de service / offre de transport
2 - Équipement en moyens de locomotion	4	Taux de motorisation (voitures) Taux d'équipement en motos Taux d'équipement en vélos	x	x	Disponibilité de moyens de transport individuels dans les ménages
3 - Conditions de mobilité	5	Durée des trajets par motif	x	x	Distance entre les lieux de résidence et d'activité / Pénibilité des trajets
	6	Coût du trajet	x	x	Poids financier des trajets
	7	Nombre moyen d'étapes par trajet Nombre maximal d'étapes par trajet	x	x	Connectivité domicile-travail / Pénibilité des déplacements
	8	Qualification de l'expérience des déplacements	x		Perception du trajet
	9	Fréquence des agressions pendant les déplacements	x		Insécurité au cours des trajets
	10	Utilisation de la moto Utilisation du vélo	x		Part des deux roues motorisés et non motorisés
4 - Freins à la mobilité et mesures compensatoires	11	Renoncement à la mobilité par manque d'argent Pourcentage de personnes bénéficiant d'une aide à la mobilité	x		Limitation de la mobilité en raison de la précarité financière
5 - Interaction spatiale	12	Nombre total de trajets sortant pour motif travail depuis la zone d'enquête Nombre total de trajets arrivant pour motif travail vers la zone d'enquête Solde (différences entre les départs et les arrivées)	x	x	Offre locale d'emplois / Degré de dépendance vis-à-vis des espaces centraux

Typologie

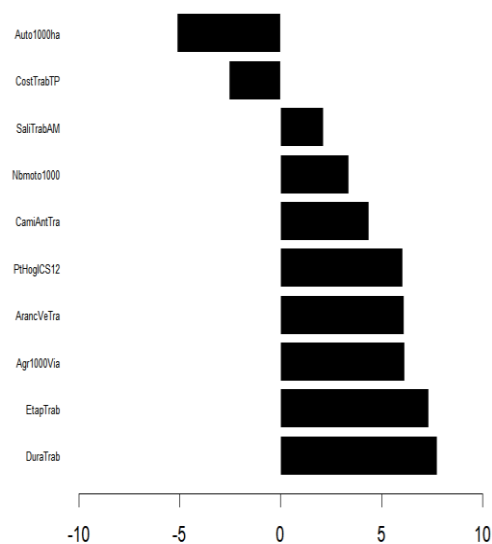




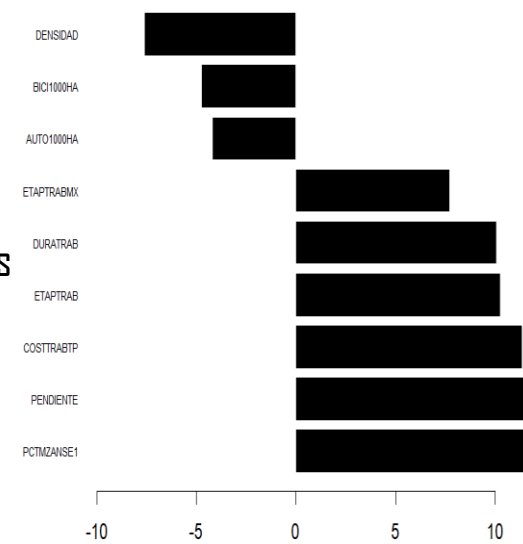
**Zones cumulant le
plus de précarité
socio-économique et
les pires conditions
de mobilité**



Temps de trajet longs
Plusieurs correspondances
Beaucoup d'agressions
Longs temps d'attente
% ICS 1-2 élevé
Beaucoup de motos

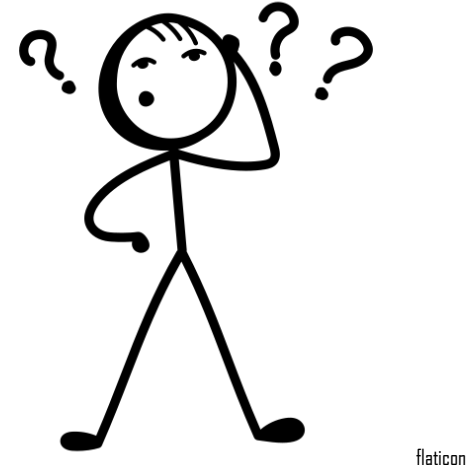


% îlots NSE 1 élevé
Fortes pentes
Coûts des transp. commun élevés
Plusieurs correspondances
Temps de trajet longs



Typologie

- Constat : nombreuses zones, lesquelles choisir ?

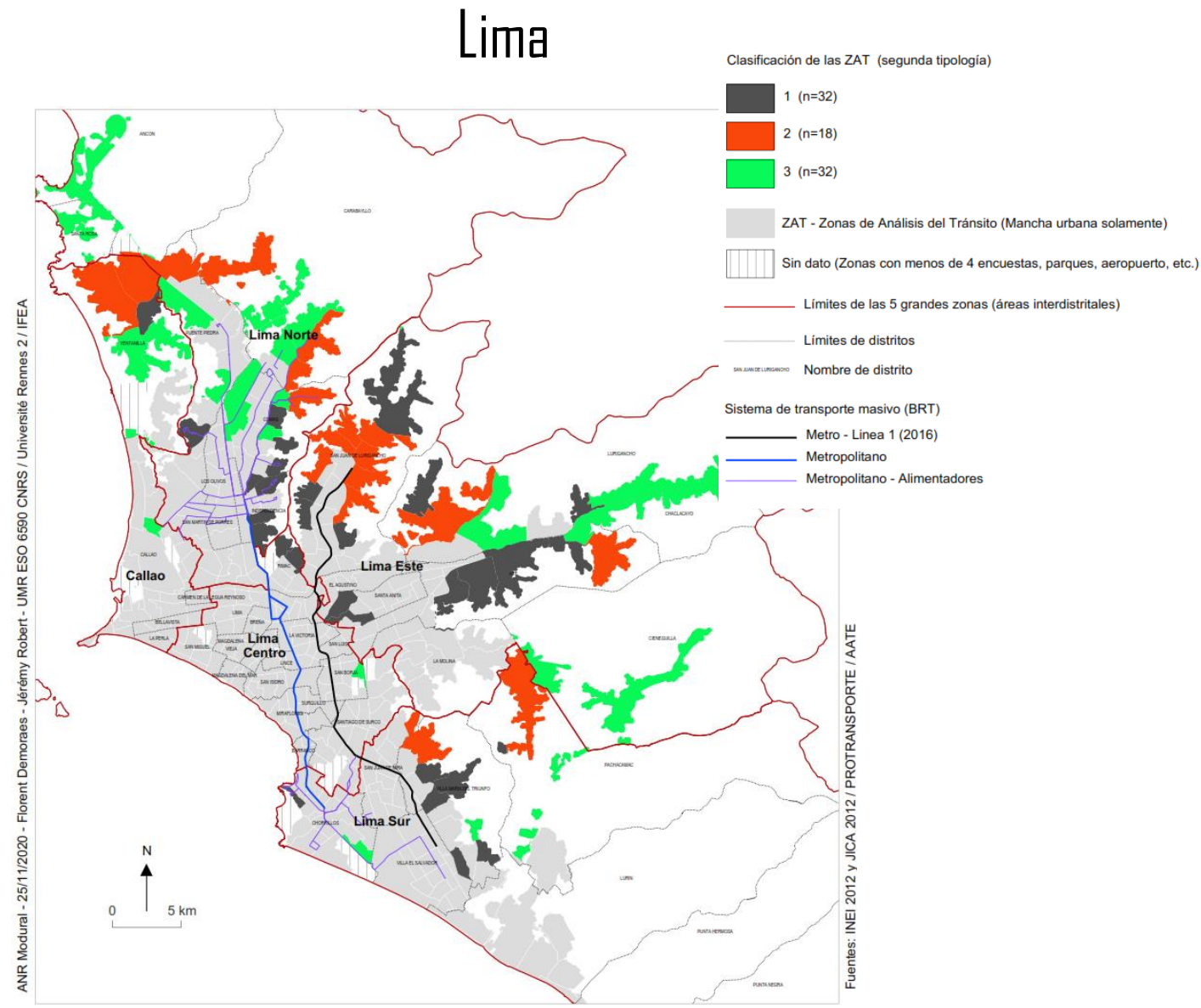
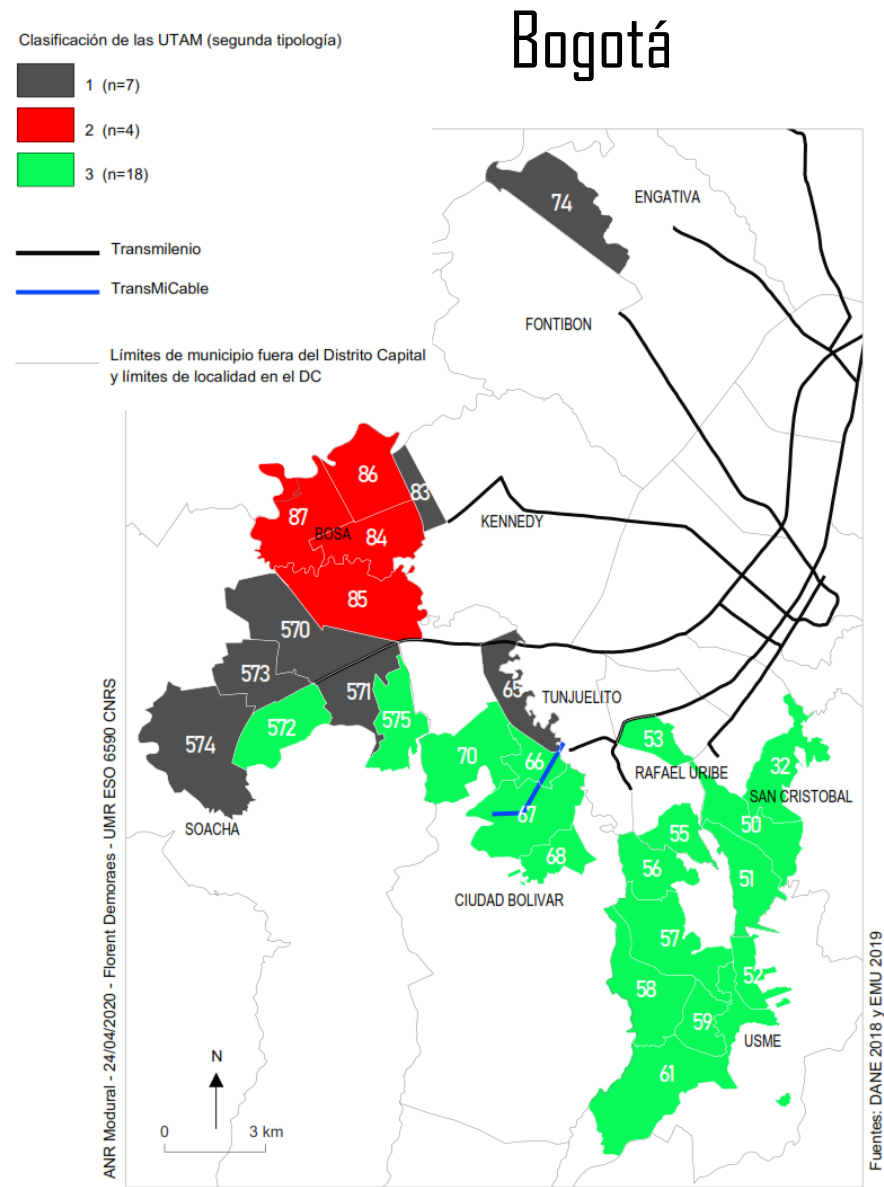


- Pour mieux les différencier entre elles → deuxième typologie (ACP + CAH)

Critères retenus (deuxième typologie)

Groupe	Indicateur	Bogotá	Lima
Niveau socioéconomique et caractéristiques des zones de résidence	Proportion de ménages défavorisés (IC1+2 à Bogotá) et NSE1 à Lima	x	x
	Densité (hab/km ²)		x
	Pente moyenne		x
Accès à un mode de transport	Nombre de modes de transport disponibles	x	
	Temps de marche pour atteindre un service de transport en commun public	x	
	Temps d'attente avant que ne démarre le moyen de transport	x	
Équipement en moyens de locomotion	Taux de motorisation individuelle (voitures pour 1000 hab.)	x	x
	Taux d'équipement en motos (motos pour 1000 hab.)		x
	Taux d'équipement en vélos (vélos pour 1000 hab.)		x
Conditions de mobilité	Durée des trajets pour motif travail	x	x
	Coût des trajets pour motif travail en transport en commun public	x	x
	Nombre moyen d'étapes par trajet pour motif travail	x	x
	Nombre maximal d'étapes par trajet pour motif travail		x
	Nombre d'agressions au cours des déplacements (sur 1000 trajets)	x	

Deuxième typologie

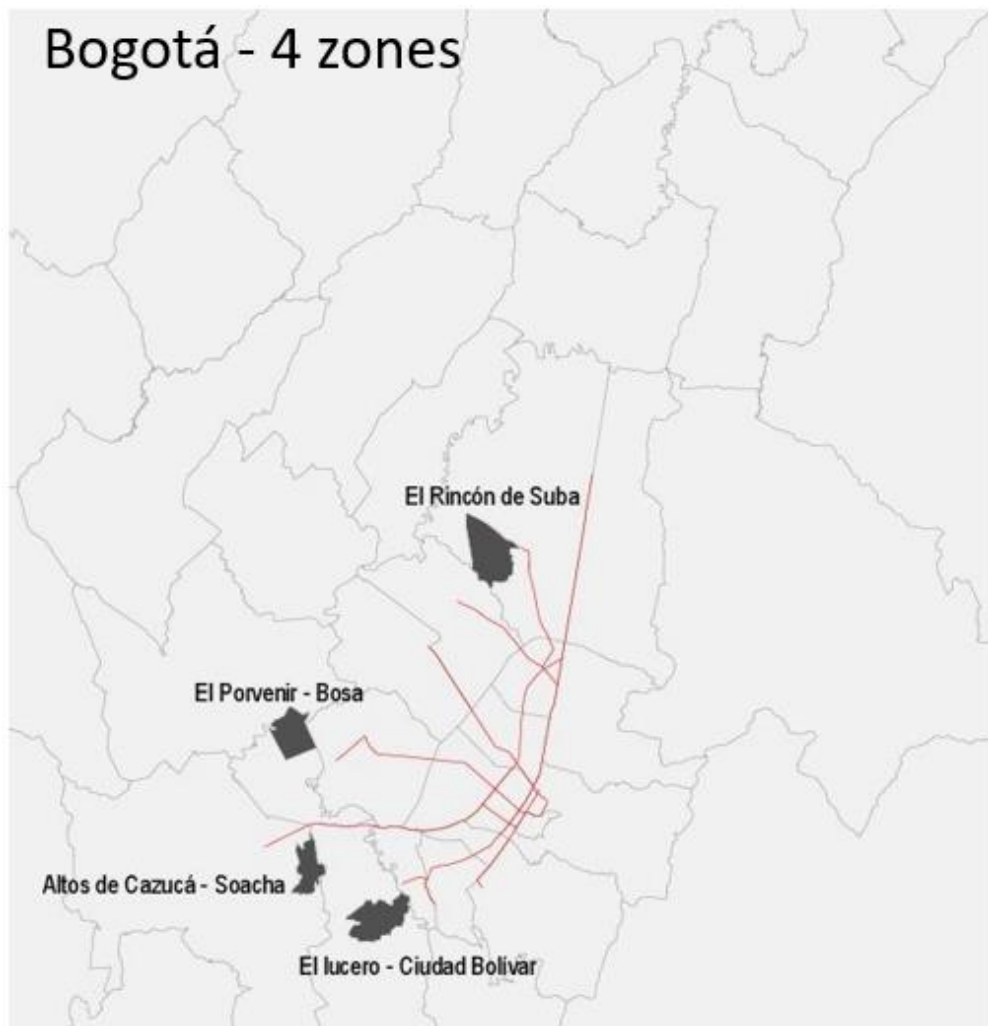


Sélection finale : prise en compte de critères additionnels

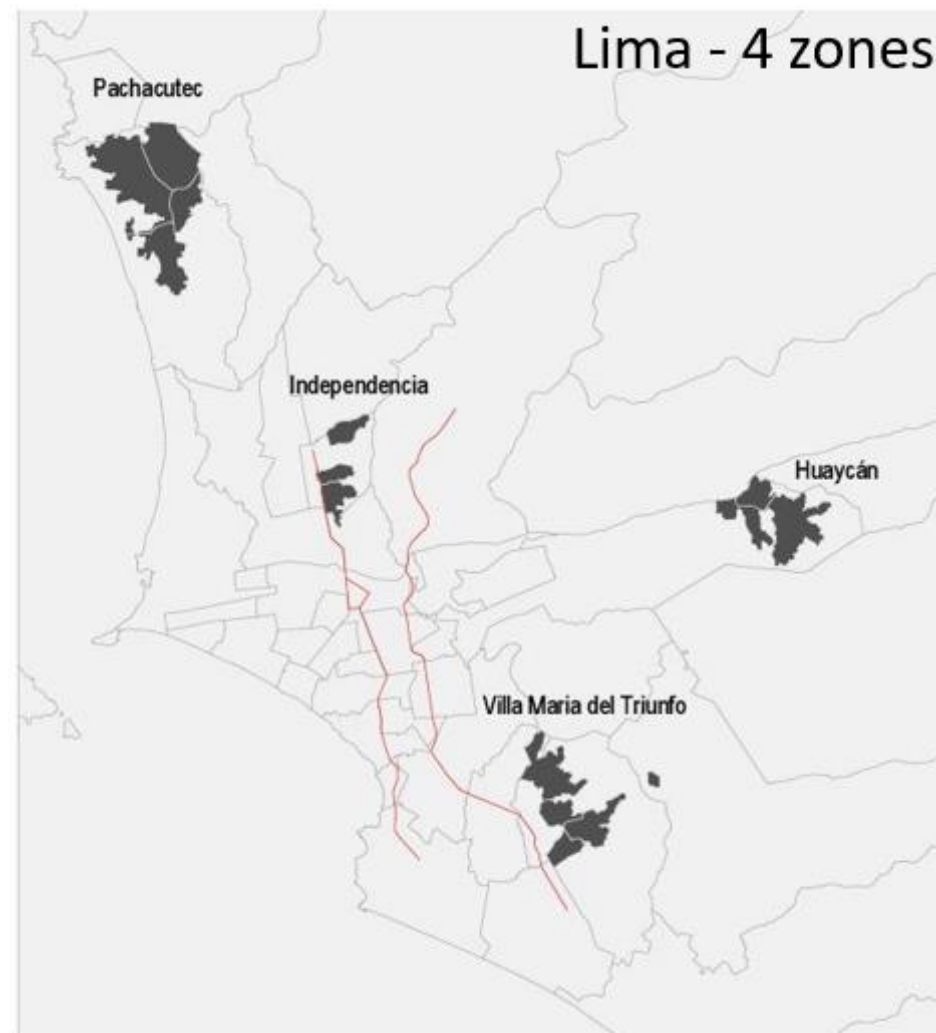
- Parmi ces secteurs les plus précaires, un choix raisonné et collégial reposant sur une série de critères complémentaires a permis de retenir 4 zones illustrant la diversité des périphéries populaires où a ensuite été appliquée l'enquête Modural entre mai et août 2022

	LIMA				BOGOTA			
	Pachacútec	Huaycán	Villa María del triunfo	Indepen- dencia	Altos de Cazucá	El Porvenir	El Rincón	Lucero
Localisation	Nord-ouest	Est	Sud	Nord	Sud-ouest	Ouest	Nord-ouest	Sud
Rattachement politico- administratif	Ventanilla (El Callao)	Ate Virarte	Villa Maria del Triunfo	Independen- cia	Soacha	Bosa	Suba	Ciudad Bolívar
Relief	Relativement plat	En pente	En pente	En pente	En pente	Plat	Plat	En pente
Cyclabilité	+	-	+	+	-	+	+	-
Population	299 000	149 000	158 000	128 000	100 000	145 000	309 000	184 000
Mixité sociale	+	+	+	+	-	+	+	-
Emploi	-	-	+	+	-	-	+	-
Transports de masse		Projet Ligne 2 Métro	Ligne 1 Métro	Metro- politano			Trans- milenio	Metro- cable
Insécurité et/ou accidentologie	+	+	+	+	s.d.	-	+	+
Connaissances antérieures		PUCP (thèse)	PUCP	Périphérie / Predes	ANR Metal 2009	ANR Metal 2009		U. Piloto

Zones d'enquête



https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/zonas_encuestas_modural_bogota_483157#12/4.6531/-74.0588



https://umap.openstreetmap.fr/es/map/zonas-de-encuesta-programa-anr-modural-lima_521724#11/-12.0393/-76.9263

Zones d'enquête (Bogotá)



Zones d'enquête (Lima)



Documentation disponible

<https://nakala.fr/collection/10.34847/nkl.8a1f431c> (Bogotá)

Nombre del archivo	Descripción	Formato	Se abre con
Modural_Contenido_Base_Datos_Bogota.xlsx	Descripción de las tablas que remiten a los capítulos del cuestionario (contenido de cada tabla, número de filas, nivel de observación, etc.)	MS Excel	MS Excel, LibreOffice
Modural_Cuestionario_Bogota_v42.docx	Cuestionario diagramado de la encuesta a hogares Modural (con indicaciones para encuestadores, filtros y saltos e instrucciones para la programación)	MS Word	MS Word, LibreOffice
Modural_Cuestionario_Bogota_v42.pdf	Cuestionario diagramado de la encuesta a hogares Modural (con indicaciones para encuestadores, filtros y saltos e instrucciones para la programación)	pdf	Acobat Reader, Nitro PDF
Modural_Diccionario_Variables_Bogota.xlsx	Diccionario de las variables de cada tabla (esquema de las tablas con el nombre y tipo de variables, los códigos de las opciones de respuesta, ejemplos de valores, etc.)	MS Excel	MS Excel, LibreOffice
Modural_Estratificacion_Barrios_Zonas.kml	Capa SIG con los estratos de muestreo (subdivisión de las zonas de encuesta)	kml	Google Earth, QGIS
Modural_Manual_Encuestador_Bogota_v13.docx	Instructivo dirigido para los encuestadores que da las indicaciones para llenar el cuestionario y los conceptos	MS Word	MS Word, LibreOffice
Modural_Manual_Encuestador_Bogota_v13.pdf	Instructivo dirigido para los encuestadores que da las indicaciones para llenar el cuestionario y los conceptos	pdf	Acobat Reader
Modural_Manual_Operativo_Campo_Bogota_v5.docx	Instructivo dirigido para los supervisores que da las indicaciones para organizar el operativo de campo y la coordinación de los encuestadores	MS Word	MS Word, LibreOffice
Modural_Manual_Operativo_Campo_Bogota_v5.pdf	Instructivo dirigido para los supervisores que da las indicaciones para organizar el operativo de campo y la coordinación de los encuestadores	pdf	Acobat Reader
Modural_Programacion_Filtros_Preguntas_Bogota_v3.xlsx	Filtros que aplicar según las opciones de repuesta (documento dirigido para el programador del cuestionario en la aplicación STG)	MS Excel	MS Excel, LibreOffice
Modural_Tamaños_Muestras_por_zona_Bogota.xlsx	Tabla que indica el número de manzanas en las que aplicar encuestas y el número de hogares a quienes aplicar el cuestionario por estrato muestral en cada zona	MS Excel	MS Excel, LibreOffice
Modural_Tamaños_Muestras_por_zona_Bogota.pdf	Tabla que indica el número de manzanas en las que aplicar encuestas y el número de hogares a quienes aplicar el cuestionario por estrato muestral en cada zona	pdf	Acobat Reader, Nitro PDF

<https://nakala.fr/collection/10.34847/nkl.cf1989i7> (Lima)

Bibliographie

- Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, 15, 73–80. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.10.005>
- Demoraes, F., Gouëset, V., Robert, J., et al. (2020). Identificar los sectores con condiciones sociales y de movilidad muy desfavorables en Lima y Bogotá: una etapa previa para aplicar las encuestas del programa Modural sobre las prácticas de movilidad sostenible - Metodología y mapas. DOI:10.13140/RG.2.2.16700.87683/1, <https://hal.science/hal-03053354>
- Demoraes, F., Gouëset, V., Sáenz Acosta, H. (2020). Metodología de cálculo y cartografía del Índice de Condición Social de los hogares - Aplicación al Área Metropolitana de Bogotá con base en el censo de 2018. UMR ESD, Espaces et Sociétés ; Institut Français d'Études Andines ; Universidad Santo Tomás. DOI:10.13140/RG.2.2.13312.25603, <https://hal.science/hal-02949495>
- Demoraes, F., Gouëset, V., Sebille, P. & Robert, J. (2024). Plan de gestion de données du projet ANR Modural. Huma-Num - CNRS. <https://doi.org/10.34847/nkl.cbfermdqf>
- Demoraes, F., Sebille, P., & Gouëset, V. (2021). Objectifs, contraintes et choix méthodologiques des enquêtes ménages du programme ANR Modural sur les pratiques de mobilité durable dans les périphéries populaires de Bogotá et Lima. Semaine Data-SHS. <https://hal.science/hal-03508598>
- Demoraes, F., & Sebille, P. (2023a). Diseño muestral de la encuesta de movilidad a hogares del proyecto MODURAL en Bogotá: enfoque, método y elecciones realizadas. Université Rennes 2 ; Iféa ; Ined. DOI:10.34847/nkl.99ad8lxf, <https://hal.science/hal-02948655>
- Demoraes, F., & Sebille, P. (2023b). Diseño muestral de la encuesta de movilidad a hogares del proyecto MODURAL en Lima: enfoque, método y elecciones realizadas. Université Rennes 2 ; Iféa ; Ined. DOI:10.34847/nkl.afb6lkuh, <https://hal.science/hal-04291345>
- Demoraes, F., & Sebille, P. (2025). Les dessous de la conception du plan d'échantillonnage de l'enquête ménages-déplacements du projet Modural à Bogotá (2022). UMR ESD ; Université Rennes 2 ; Ined ; Iféa – DOI : 10.34847/nkl.4e7739u9. <https://hal.science/hal-04977661>
- Demoraes, F., Sebille, P., & Gouëset, V. (2023). Manual del encuestador de Bogotá - Encuesta de movilidad a hogares del proyecto MODURAL. ESD - Espaces et Société ; Université Rennes 2 ; Iféa. <https://hal.science/hal-03878364>
- Demoraes, F., Sebille, P., Robert, J., & Gouëset, V. (2023). Manual del encuestador de Lima - Encuesta de movilidad a hogares del proyecto MODURAL. ESD - Espaces et Société ; Université Rennes 2 ; Iféa. <https://hal.science/hal-04166404>
- Dureau F., Barbary D., Gouëset V. et al. (coord.), 2007. Ciudades y sociedades en mutación. Lecturas cruzadas sobre Colombia, Bogotá, IRD, IFEA, Universidad Externado de Colombia, 470 p. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/diversII-03/010043286.pdf
- Le Roux G., (2015), (Re)connaître le stade de peuplement actuel des grandes villes latino-américaines. Diversification des parcours des habitants et des échelles du changement urbain à Bogotá (Colombie), Thèse de Doctorat en Géographie, Université de Poitiers, <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01176054/document>
- Robert, J., Gouëset, V., Demoraes, F., et al. (2022). Estructura urbana y condiciones de movilidad en las periferias populares de Lima y Bogotá: desafíos y método de análisis. *Territorios*, 46, 1–26. DOI:10.12804/revistas.urosario.edu.co/territorios/a.9942, <https://hal.science/hal-03328958>
- Salas Vanegas A., (2008). – Ségrégation résidentielle et production du logement à Bogotá, entre images et réalités - Thèse de géographie, Université de Poitiers, Laboratoire MIGRINTER, 481 p. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00303317>
- Sebille, P., Demoraes, F., & Gouëset, V. (2023). Manual del operativo de campo de Bogotá - Encuesta de movilidad a hogares del proyecto MODURAL. ESD - Espaces et Sociétés ; Université Rennes 2 ; Iféa. DOI:10.34847/nkl.99ad8lxf, <https://hal.science/hal-03878420>
- Sebille, P., Robert, J., & Demoraes, F. (2023). Manual del operativo de campo de Lima - Encuesta de movilidad a hogares del proyecto MODURAL. ESD - Espaces et Sociétés ; Université Rennes 2 ; Iféa. DOI:10.34847/nkl.afb6lkuh, <https://hal.science/hal-04168624>
- Thomas, H., & Demoraes, F. (2023). Uncovering urban circadian pulses based on an animated cartogram: the example of Bogotá. *International Journal of Cartography*. DOI:10.1080/23729333.2023.2207333, <https://hal.science/hal-04678332>
- Sebille, P., & Demoraes, F. (2024). Saisir la diversité des pratiques de mobilité dans les quartiers périphériques populaires des métropoles latino-américaines : l'apport des enquêtes par questionnaire Modural. XXIIème Colloque de l'AIDELF - 2024 Démographie et Mobilités. <https://hal.science/hal-04690960>
- Vega Centeno, P., Robert, J., Demoraes, F., Moreno Luna, C., & Gouëset, V. (2022). Estructura urbana y patrones de movilidad como factores de vulnerabilidad socio-espacial - Lima y Bogotá en tiempos de cuarentena. *Bitácora Urbano Territorial*, 32(II), 47–62. DOI:10.15446/bitacora.v32n2.99425, <https://hal.science/hal-03683792>